مطالعات آبیاری و نیاز آبی مجموعه فضای سبز راهبردی جهت افزایش کارایی مصرف آب

کامران پروانک بروجنی[1] ، شیرین آقابابایی[2]

[1] استادیار خاکشناسی (حفاظت خاک و آب). دانشگاه آزاد اسلامی، واحد شهرری، گروه خاکشناسی، تهران، ایران.

[2] کارشناسی ارشد آبیاری و زهکشی و عضو باشگاه پژوهشگران جوان واحد علوم و تحقیقات تهران، ایران.

چکیده

همزمان با افزایش روز افزون جمعیت و توسعه عمرانی شهرها و در عین حال بالا رفتن کمی و کیفی معیارهای زندگی، احداث و گسترش مجموعه فضای سبز در شهرهای مختلف کشور رو به فـزونی است. طرح و توسعه مجموعه فضای سبز می‌بایستی با هدف کاربرد موثر آب صورت پذیرد. زیرا دوره وفور آب با کیفیت خوب و در دسترس برای آبیاری بسر رسیده و کمبود منابع آب در بیشتر شهرهای کشور استفاده بهینه آن را اجتناب ناپذیر می‌نماید. از طرفی، افزایش میزان مصرف آب در آبیاری سطوح چمن‌کاری و فضاهای سبز، وابستگی آنها به آب آشامیدنی، عملیات آبیاری ناکارآمد و عدم استفاده یا استفاده ناچیز از آب‌های بازیافتی از جمله مواردی هستند که متولیان منابع آب را مجبور کرده که از مسئولین فضای سبز و پارک‌ها بخواهند که در مصرف آب از روش‌های مدیریت پایدار استفاده کنند. مهمترین راهکار مدیریت پایدار منابع محدود آب در آبیاری فضاهای سبز، برنامه ریزی صحیح آبیاری بر اساس اصول علمی و فنی می‌باشد. بر این اساس، در این پژوهش سعی بر آن است که نتایج طرحهای تحقیقات انجام شده توسط نگارنده و سایر همکاران در زمینه مبانی طراحی سیستم آبیاری کنترل شده بر اساس اصول علمی و فنی برای مجموعه های فضای سبز به صورت مجموعه‌ای کوتاه، به هم پیوسته و راهبردی برای کاربران این بخش ارائه گردد. تا شاید بتوان در حل مشکلات مربوطه در زمینه بحران آب آبیاری مجموعه فضای سبز گامی مؤثر برداشته باشیم.

واژگان کلیدی: برنامه‌ریزی آبیاری، فضای سبز، بهینه سازی آب، بحران آب.

مقدمه

معادله بیلان آبی کشور حاکی از آن است که کشور در سال ۱۴۰۰ با توجه به افزایش جمعیت و میزان برداشت‌ها وارد تنش آبی خواهد شد. هم اکنون در شرایط عادی حدود ۹۲ میلیارد مترمکعب آب در کشور مصرف می‌شود که ۹۲ درصد آن در بخش کشاورزی (در جهان ۷۰ درصد)، ۶ درصد برای مصارف شرب (در جهان ۸ درصد) و حدود۲ درصد در بخش صنعت (در جهان ۲۲ درصد) توزیع می‌شود. منبع تامین این میزان آب مصرفی از آب زیرزمینی حدود ۵۴ درصد، از سدهای مخزنی ۲۷ درصد و برداشت از آب‌های سطحی ۱۹ درصد است. همانطور که مشاهده می‌شود اقدامات انجام شده برای افزایش بهره‌وری آبیاری در بخش کشاورزی کافی نبوده و عمده مصرف آب در بخش کشاورزی و با راندمان پایین صورت می‌گیرد (بی‌نام، ۱۳۸۷). براساس پیش‌بینی سازمان ملل بحران کم آبی به سرعت در حال توسعه بوده و هم‌اکنون چندین کشور به طور جدی با این بحران درگیر هستند و تعدادی دیگر از کشورها از آن جمله ایران تا سال ۲۰۲۵ میلادی به جمع آنها خواهند پیوست (صداقت، ۱۳۸۶). چون هیچ گونه آب جدیدی نمی‌توان تولید نمود، لذا تنازع بقاء حکم می‌کند خود را با مقدار آب موجود تطبیق دهیم. بخش کشاورزی با مصرف بیش از ۹۰ درصد از آب، اولین مصرف کننده‌ی است که می‌بایست چاره‌ای برای آن اندیشید و پیش‌بینی می‌شود که در سال‌های آینده نیز بخش کشاورزی همچنان مصرف کننده‌ی اصلی باقی بماند. مصرف کننده عمده دیگر آب پس از کشاورزی مصارف خانگی و شهری است. نگاهی به اطلاعات و آمار موجود نشان می‌دهد مصارف عمومی و شهری مانند مصارف فضای سبز سهم قابل توجهی از مصارف عمومی را به خود اختصاص داده است. نگاهی به الگوی مصرف آب در آبیاری فضای سبز نشان می‌دهد که راندمان مصرف آب در این بخش کمتر از ۴۰ درصد است. زیرا بخش عمده تلفات آب مصرفی در آبیاری فضای سبز در هنگام کاربرد آب صورت می‌گیرد (آنونی موس، ۲۰۰۷). این تلفات هم در حین آبیاری (مانند نفوذ عمقی، هرزآب انتهائی و تلفات حاشیه-ای) و هم در هنگام مصرف آب می‌باشد. با عنایت به این موارد الگوهای مصرف آب رو به بهبود بوده و ماحصل آن توسعه سیستم‌های آبیاری بارانی، قطره‌ای و تراوا می‌باشد. بدیهی است استفاده از روش‌های نوین آبیاری نیاز به یک

برنامه‌ریزی اصولی خواهد داشت، زیرا عدم گزینش صحیح برنامه آبیاری مناسب برای یک شبکه آبیاری، به خصوص در سیستم‌های آبیاری تحت فشار که به تجهیزات خاصی نیاز دارند، موجب اتلاف وقت و هزینه بسیار در مراحل مختلف طراحی و اجرا و چه بسا غیر اقتصادی شدن طرح گردیده و در نتیجه موجب عدم بهره‌برداری بهینه و اتلاف منابع ارزشمند آب و خاک منطقه خواهد شد (ریک‌جی، ۲۰۰۲). به همین دلیل هدف تحقیق حاضر ارائه نتایج تحقیقات انجام شده توسط نگارنده و سایر همکاران در زمینه مبانی طراحی سیستم آبیاری کارآمد بر اساس اصول علمی و فنی برای مجموعه‌های فضای سبز می‌باشد. این مبانی به طور اساسی به حفظ و نگهداری منابع محدود آب کمک می‌کند و می‌تواند در بهره‌گیری و صرفه جویی در مصرف آب منطقه برای کاربران این بخش سودمند باشد.

مواد و روش‌ها

اطلاعات مور نیاز به منظور بررسی مبانی طراحی سیستم آبیاری کارآمد بر اساس اصول علمی و فنی برای مجموعه‌های فضای سبز و کمک به جلوگیری از هدر رفتن آب‌های قابل استفاده، از نتایج طرحهای تحقیقات انجام شده توسط نگارنده و سایر همکاران، سایت‌های مختلف اینترنتی، کتب و نتایج تحقیقات داخلی و خارجی استفاده گردید [۸, ۷, ۶ , ۵ , ۴, ۳, ۲]. با تجزیه و تحلیل اطلاعات، سعی شده با مدارک و توجیه‌های علمی، نیاز به استفاده از مبانی طراحی سیستم آبیاری کارآمد در مدیریت بهتر و استفاده صحیح‌تر از منابع آب بیان شود و اهمیت و چگونگی استفاده از این مبانی در مناطق خشک و نیمه خشک (از جمله شهر کاشان، تهران و...) به عنوان راهکارهای کلیدی بیش از پیش مشخص و روشن گردد.

۳- نتایج و بحث

مبانی طراحی سیستم آبیاری کارآمد مجموعه‌های فضای سبز

طرح و توسعه فضای سبز می بایستی با هدف کاربرد موثر آب صورت پذیرد. راندمان کاربرد آب در یک سیستم آبیاری فضای سبز می‌بایستی بر اساس بیلان آبی ماهیانه و سالیانه مورد اندازه‌گیری و ارزیابی قرار گیرد. ذیلاً مبانی طراحی سیستم آبیاری کنترل شده برای فضای سبز ارائه گردیده است.

۱- جنبه‌های مدیریتی آب

می‌توان گفت دوره وفور آب با کیفیت خوب و در دسترس برای آبیاری بسر رسیده است. امروزه تقاضای محسوسی وجود دارد که قصد دارد مطمئن شود آب مورد استفاده در آبیاری فضای سبز به طور موثر و در تعامل با شرایط زیست محیطی مصرف می‌گردد. متولیان منابع آب از مسئولین فضای سبز و پارک‌ها در مناطق شهری می‌خواهند که در مصرف آب از روش‌های مدیریت پایدار استفاده کنند. افزایش میزان مصرف آب در آبیاری سطوح چمنکاری و فضاهای سبز، وابستگی آنها به آب آشامیدنی، عملیات آبیاری ناکارآمد و عدم استفاده یا استفاده ناچیز از آب‌های بازیافتی از جمله مواردی هستند که می‌توان مشخصاً به آنها اشاره نمود (پروانک و همکاران، ۱۳۸۸). دستگاه‌های مسئول آبیاری فضای سبز می بایستی طرح-های مدیریت موضعی آب را برای منظور نمودن تمام جنبه‌های فوق در مراحل تصمیم‌گیری بعدی مد نظر قرار دهند. طرح‌های مدیریت موضعی آب می‌بایستی شامل موارد ذیل باشند (چی سورا، ۲۰۰۳):

- ✓ طراحی صحیح موضع تحت آبیاری و سیستم آبیاری
- ✓ مشخصات سیستم تأمین آب، میزان جریان، کیفیت آب
- ✓ ارزیابی جنبه های باغبانی – برآورد آب مورد نیاز
- ✓ محدویت‌های مربوط به آب- ویژگی‌های خاص موقعیت مورد نظر
- ✓ راهکارهای مقابله با خشکی
- ✓ نوع و مشخصات خاک در ناحیه ریشه
- ✓ برنامه آبیاری
- ✓ اهداف نهایی سیستم
- ✓ جنبه‌های کیفی آب
- ✓ هزینه آب
- ✓ تأثیر آبیاری بر شرایط زیست محیطی
- ✓ میزان مهارت و آموزش پرسنل
- ✓ راهکارهایی جهت استفاده از تکنولوژی روز
- ✓ ارزیابی منظم چگونگی مدیریت سیستم و راندمان آن
- ✓ روش‌های بهینه نگهداری

- ✓ ثبت تغیرات و تعمیرات سیستم به صورت پیوسته

طرح‌های مدیریت موضعی آب می بایستی در مجموعه یک طرح جامع برای کل فضای سبز عرصه مورد نظر با نگاه پایداری زیست محیطی را مورد بررسی قرار دهند.

۲- اهمیت جمع آوری اطلاعات

بخش بزرگی از آب مصرفی در مناطق شهری را آبیاری فضای سبز تشکیل می‌دهد. مدیریت کامل آب تنها بر اساس اطلاعات صحیح، به موقع و پیوسته از عملکرد طرح امکان‌پذیر است. بدین منظور در اختیار داشتن کروکی دقیق سیستم و مواضع آبیاری ضروری است و می‌بایستی تهیه و در اختیار قرار گیرد. موقعیت محل شیرهای هیدرانت، خطوط فرعی، نیمه اصلی و اصلی، شیرهای کنترل، نقاط تأمین آب، به طور دقیق می‌بایستی بر روی نقشه مشخص گردند. ارائه مشخصات هندسی و هیدرولیکی هریک از اجزاء فوق نیز می‌تواند در مدیریت بهینه سیستم ایفای نقش نماید (اولگا بابوساک، ۲۰۰۷).

۳- مهمترین عوامل موثر در ناکارآمدی و تلفات در سیستم های توزیع آب

متأسفانه در سیستم‌های موجود موارد بسیار متعددی را می‌توان یافت که در آنها به دلیل ضعف مدیریت سیستم آب تلف می‌گردد. برخی از موارد عبارتند از (دهقانی و همکاران، ۲۰۰۹):

کاربرد آب مازاد بر نیاز آبی گیاهان
کاربرد غیر یکنواخت آب آبیاری
کاربرد آب با شدت پخش بیش از سرعت نفوذ خاک
استفاده از ادوات نامتناسب یا با عملکرد ضعیف
انجام آبیاری در شرایط وزش باد (آبیاری بارانی)
تلفات به صورت هرز آب سطحی
پخش آب در جهات ناخواسته و تلفات حاشیه‌ای زیاد

به موارد فوق موارد متعدد دیگری می‌توان افزود که در پایین بودن راندمان آبیاری موثر هستند.

۴- اصول آبیاری با راندمان بالا

افزایش راندمان آبیاری می بایستی به عنوان اولین ومهمترین اولویت دست اندرکاران آبیاری فضای سبز مناطق شهری مد نظر قرار گیرد. چهار فاکتور اساسی جهت آبیاری با راندمان بالا در چمن و فضای سبز را می‌توان به شرح ذیل خلاصه نمود (دهقانی و همکاران، ۲۰۰۹؟ پروانک و همکاران، ۱۳۸۹):

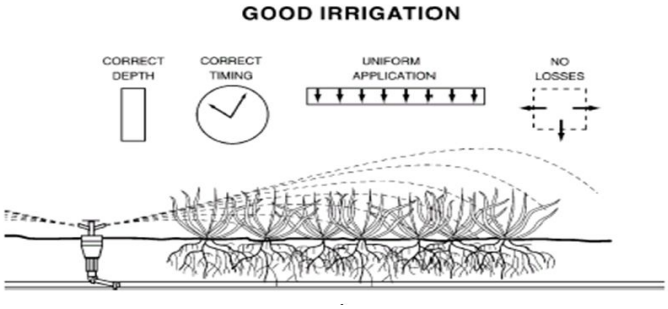
۱- مقدار آب کاربردی متناسب با خاک و گیاه باشد.

۲- زمان کاربرد آب با نوع گیاه و شرایط آب وهوائی منطبق باشد.

۳- آب کاربردی به صورت یکنواخت در سطح مورد نظر توزیع گردد.

۴-آب کاربردی جهت تجدید ذخیره ناحیه ریشه استفاده شود و فرونشت عمقی، هرزآب سطحی و نقصان آبیاری در حداقل ممکن قرار داشته باشند.

به عبارتی آبیاری موفق کاربرد مقدار صحیح آب در زمان صحیح و موقعیت صحیح می‌باشد. شکل (۱) چهار اصل آبیاری صحیح را به صورت شماتیک نشان می‌دهد.



شکل(۱) چهار عامل اصلی در انجام آبیاری صحیح

۵- برخی معیارهای طراحی شبکه آبیاری فضای سبز

اساسی‌ترین معیار طراحی سیستم آبیاری فضای سبز دست یابی به راندمان حداکثر می‌باشد. توصیه شده راندمان آبیاری در فضای سبز بر اساس بیلان سالیانه آب و در نظر گرفتن میزان تبخیر تعرق سالیانه صورت گیرد. نکات زیر برای طراحی سیستم آبیاری منظم برای فضای سبز پیشنهاد شده است:

الف) طراحی سیستم آبیاری باید با رویکرد به نیاز آبی و شرایط ویژه گیاهان گوناگون انجام گیرد. در این راستا برخی از نکات مهم به شرح زیر یاد آوری می‌شوند (کرم و همکاران، ۲۰۰۷): (اولگا بابوساک و همکاران، ۲۰۰۷ ریک جی، ۲۰۰۵):

هر شیر کنترل در فضای سبز می بایستی برای آبیاری یک قطعه با شیب، خاک و گیاهان با نیاز آبی مشابه طرح شود.

در هر قطعه نوع خاک، نفوذپذیری و شیب جهت انتخاب سیستمی برای اجتناب از هرز آب سطحی، تلفات حاشیه‌ای و نقاط با دریافت آب زیاد یا کم می‌بایستی مورد نظر قرار گیرد. در جدول (۱) سرعت نفوذپذیری برای بافت‌های مختلف خاک به عنوان یک راهنمای کلی درج شده است. همچنین برای جلوگیری از هرزآب سطحی بر روی سطوح شیبدار و اجتناب از تلفات حاشیه‌ای در نواحی با عرض کمتر از سه متر مانند فضای سبز بین بلوارها لازم است دقت لازم صورت گیرد.

جدول(۱) سرعت نفوذپذیری خاک‌ها برای شیب‌های مختلف

Soil Texture, Type	Percent of slope				
	0-4%	4-8%	8-12%	12-16%	Over 16%
	Infiltration Rate (Ir) Inches/Hour				
Coarse Sand	1.25	1.00	.75	.50	.31
Medium Sand	1.06	.85	.64	.42	.27
Fine Sand	.94	.75	.56	.38	.24
Loamy Sand	.88	.70	.53	.35	.22
Sandy Loam	.75	.60	.45	.30	.19
Fine Sandy Loam	.63	.50	.38	.25	.16
V. Fine Sandy Loam	.59	.47	.35	.24	.15
Loam	.54	.43	.33	.22	.14
Silt Loam	.50	.40	.30	.20	.13
Silt	.44	.35	.26	.18	.11
Sandy Clay	.31	.25	.19	.12	.08
Clay Loam	.25	.20	.15	.10	.06
Silty Clay	.19	.15	.11	.08	.05
Clay	.13	.10	.08	.05	.03

- ✓ برای آبیاری سطوح چمن و غیر چمن می بایستی شیرهای کنترل مجزا در نظر گرفت.
- ✓ خطوطی که برای سیستم آبیاری قطره‌ای یا بارانی منظور می‌شوند بایستی شیرهای کنترل مجزا داشته باشند.
- ✓ بابلرها برای آبیاری درختان می بایستی با شیر جداگانه کنترل شوند و انتخاب آنها

بگونه‌ای باشد که دبی آنها بیش از ۶ لیتر در دقیقه نباشد.

- ✓ آبیاری با تانکر هنوز به عنوان آلترناتیوی برای نواحی تحت کشت گونه‌های کم تا خیلی کم مصرف مد نظر می‌باشد.

ب) از دیدگاه مسائل هیدرولیکی بایستی در طراحی سیستم به نکته‌های زیر توجه داشت (اولگا بابوساک و همکاران، ۲۰۰۷ ریک جی، ۲۰۰۵):

- ✓ برای هر قطعه از فضای سبز می بایستی کنتور جداگانه نصب گردد.
- ✓ توصیه می‌شود، سیستم آبیاری فضای سبز به گونه‌ای طراحی شود که در هنگام حداکثر نیاز قادر به تأمین آب مورد نیاز در یک دوره با طول ۶ شبانه روز و ۶ ساعت آبیاری در هر شبانه روز باشد. (طرح سیستم برای جوابگویی در یک
- ✓ خطوط اصلی آبرسانی می بایستی به گونه ای طرح شوند که سرعت آب در آنها از ۱/۵ متر برثانیه تجاوز نکند (در مورد قطرهای کوچکتر حداکثر ۱/۲ متر بر ثانیه).

برای طراحی سیستم آبیاری بارانی درسطوح چمن یا گیاهان پوششی بایستی اصول زیر را به کار بست:

- ✓ نوع آبپاش‌هایی که در هر ناحیه استفاده می‌شوند نباید مرکب باشند. مثلاً در یک قطعه نباید آبپاش‌های چرخشی و پاپ-آپ به صورت توأم استفاده شوند.
- ✓ آبپاش‌ها بایستی در فواصلی معادل نصف قطر پراکنش آنها نصب شوند به گونه‌ای که انتهای جت آب خروجی از هر آبپاش در محل استقرار آبپاش مجاور فرود آید. در مناطق باد خیز می‌توان درصد هم پوشانی بیشتر از ۵۰ درصد را نیز انتخاب نمود.

مدت ۳۶ ساعته باعث انتخاب قطر و اندازه مناسب برای اجزاء شبکه و انعطاف‌پذیری بیشتر سیستم برای مواجه با شرایط نیازهای پیش‌بینی نشده می‌گردد).

- ✓ اندازه شیرهای آبیاری می‌بایستی متناسب با نوع گیاه، نیاز آبی و سطح اختصاص داده شده به آن باشد.
- ✓ حداکثر شدت جریان مورد نیاز برای هر قطعه می بایستی براساس اندازه شیر آبیاری به صورت زیر تعیین گردد:

شیر ۳/۴ اینچ	۶۰ لیتر در دقیقه
شیر ۱ اینچ	۱۰۰ لیتر در دقیقه
شیر ۱/۵ اینچ	۲۰۰ لیتر در دقیقه
شیر ۲ اینچ	۳۰۰ لیتر در دقیقه

- ✓ در نوارهایی که عرض آن کمتر از ۲/۵ متر است نباید از آبپاش‌های پایه دار استفاده نمود.
- ✓ مناطق کوچک (با عرض ۸ متر یا کمتر) می بایستی با آبپاش‌های پاپ-آپ ثابت با نازل‌های قابل تنظیم آبیاری شوند و نازل‌ها بایستی به گونه‌ای تنظیم شوند که پوشش کامل[1] را ایجاد نمایند. رایزر آبپاش‌های پاپ-آپ در هنگام آبیاری حداقل می بایستی ۱۰ سانتی‌متر بالاتر از سطح چمن استقرار یابد و تنظیم آنها در صورت نیاز با تغییر فشار امکان‌پذیر باشد.
- ✓ مناطق وسیع‌تر(عریض‌تر از ۸ متر) می بایستی با آبپاش‌های روتاری با حداقل شدت پخش ۱ سانتی‌متر در ساعت برای چرخش کامل و با ارتفاع رایزر بیش از ۱۰ سانتی‌متر آبیاری شوند.
- ✓ گلزارها با گل‌های با حجم ۴ لیتر یا بزرگتر می‌بایستی به روش قطره‌ای یا تراوا آبیاری شوند.

- ✓ بسترهای دائمی یا سالیانه با آبپاش‌های پاپ-آپ با فواصل کم آبیاری می‌شوند.
- ✓ در نقاطی که فشار سیستم برای روش آبیاری انتخاب شده مناسب نباشد می بایستی از پمپ بوستر استفاده نمود.

نتیجه‌گیری کلی

امروزه مفهوم شهرها بدون وجود فضای سبز مؤثر در اشکال گوناگون آن دیگر قابل تصور نیست. از طرفی، هر فرآیندی که در مجموعه گیاهان فضای سبز حادث می‌شود، تحت تاثیر مستقیم و غیر مستقیم آب قرار دارد و کمبود آب فرم رشد را تغییر داده و ضمن تاثیر بر روی میزان فتوسنتز بر طراوت و شادابی گیاهان، تشکیل گل و تولید بذر نیز اثرات منفی بر جای می‌گذارد. تخصیص منابع جدید آب برای ایجاد فضای سبز خصوصاً در مناطق خشک و نیمه خشک (از جمله شهر کاشان، تهران و...) با مشکلاتی رو به رو می‌باشد. چون در این مناطق، منابع آب شدیداً محدود بوده و تخصیص آب فضای سبز در رقابت شدید با سایر موارد مصرف چون کشاورزی، صنعت و حتی شرب می‌باشد. لذا آب تخصیص یافته به آبیاری فضای سبز دارای ارزش زیادی بوده و باید به صورت بهینه و با راندمان بالا مورد مصرف قرار گیرد. این کار عملی نخواهد بود مگر با شناخت دقیق نیاز آبی گیاهان فضای سبز. به طور کلی، توجه به موارد زیر می‌تواند در بهره گیری بهینه و صرفه جویی در مصرف آب برای آبیاری مجموعه فضای سبز در مناطق خشک و نیمه خشک سودمند باشد:

- ✓ تهیه طرح مناسب برای قطعات فضای سبز
- ✓ انتخاب صحیح واریته چمن (پوشش سبز)
- ✓ کاهش میزان تبخیر از سطح زمین با بهره-گیری مناسب از مالچها
- ✓ گروه‌بندی گیاهان مورد استفاده بر اساس نیازهای اقلیمی و آب مورد نیاز
- ✓ بهبود شرایط نگهداری و رها سازی آب در خاک با استفاده از مواد آلی
- ✓ طرح سیستم آبیاری با راندمان کاربرد و توزیع مناسب
- ✓ تهیه و به کارگیری برنامه آبیاری و نگهداری مناسب از سیستم

منابع

۱. بی‌نام. ۱۳۸۷. گزارش جمهور، جایگاه بخش آب و آبفای وزرات نیرو با تاکید بر آثار و اقدامات تامینی در خشکسالی. شماره،۳۶. گردآوری، گروه مشاوران جوان وزارت نیرو و معاونت پژوهشی مرکز پژوهش و اسناد.

۲. پروانک بروجنی، ک.، م.ح. منتظر.، ع. خادم. و ر. صبوری. ۱۳۸۸. مطالعه و طراحی شبکه آبیاری و آبرسانی فضای سبز شهرستان فولادشهر اصفهان. (پروژه اجرایی خاتمه یافته). شرکت مهندسین مشاور سرآب.

۳. پروانک بروجنی، ک.، م.ح. منتظر.، ع. خادم. و ر. صبوری. ۱۳۸۹. مطالعه و طراحی شبکه آبیاری و آبرسانی فضای سبز شهرستان کاشان. (پروژه اجرایی در حال انجام)، شرکت مهندسین مشاور سرآب.

۴. صداقت، م. ۱۳۸۶. منابع و مسائل آب ایران. انتشارات دانشگاه پیام نور. ۱۴۹ ص.

5. Anonymous, 2007. A guide to estimating irrigation water needs of landscape plantings in California. University of California Cooperative, Extension California Department of Water Resources.
6. Chiesura, A. 2003. The role of urban park for the sustainable city,Wageningen University Journal of urban planning vol.36.
7. Dehghani Sanij, H., T. Yamamoto and V. Rasiah, 2009. Assessment of evapotranspiration estimation models for use in semi-arid environments. Agricultural Water Management 64: 91-106.
8. Karam, F., R. Masaad, T. Sfeir, O. Mounzer and Y. Rouphael, 2007 . Evapotranspiration and seed yield of field grown soybean under deficit irrigation conditions, Agricultural Water Management, 75: 226-244

9. Olga Barbosaq, A.Iratalos R.Armsworth, G.Davies, Richard A.fuller, K.Gaston 2007, who benefits from access to greenspace? A Case study from Sheffield, UK. Landscape and urban planning. 83,187-195.
10. Rick Ge, A. 2005. Crop Evapotranspiration (Guidelines for Computing Crop Water vey wiremen). FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Wations.

واژه‌های انگلیسی و فارسی به ترتیب استفاده در متن:

1- Head to Head